

JIS規格適合プログラマブルコントローラ

ユニセック

UNISEQUE VC5000

🔗 プログラマブルコントローラ，JIS準拠，二重化システム，PADT

* 杉本昌弘 Masahiro Sugimoto

概要

プログラマブルコントローラの規格であるJIS B 3501～3に適合したUNISEQUE VC5000を開発した。

ハードウェアはJIS B 3502（装置への要求事項及び試験）にプログラマブルコントローラ単体で適合しており，小形でノイズに強く，ノイズを出さないコントローラである。プログラム言語はJIS B 3503規格のIL（インストラクションリスト），LD（ラダーダイアグラム），FBD（ファンクションブロックダイアグラム），ST（ストラクチャードテキスト），SFC（シーケンシャルファンクションチャート）の5言語への対応を実現した。これによりJIS規格に適合したメーカーのPLC（Programmable Logic Controller）ならプログラムを変更することなく使用することができる。



UNISEQUE VC5000

1. ま え が き

生産システムやプラントシステムを構築するためのエンジニアリングコストは，システムの高度化に伴い増大している。これを軽減するために，PLC（Programmable Logic Controller）のソフトウェア設計手法として，機種に依存しない標準プログラミング言語の採用が望まれている。

これに対応してプログラミング言語の国際規格としてIEC61131-3が，国内では1997年にJIS B 3503が制定された。これ以降，各PLCメーカーはIEC61131-3（JIS B 3503）に準拠したPLCを製品化している。

当社は，明電舎オリジナル言語対応のPLCとしてPシリーズとADCシリーズを提供してきたが，今回，プログラミング言語規格であるJIS B 3503に対応した。更に，PLCのハードウェアに関する

*製品開発部

規格JIS B 3502（2004年）にも準拠したPLC（UNISEQUE VC5000）を開発した。本稿ではUNISEQUE VC5000（以下，VC5000）に搭載した技術について紹介する。

2. VC5000の特長

2.1 プログラミング言語標準化対応

PLCのプログラミング言語規格であるJIS B 3503の5言語（IL・LD・FBD・ST・SFC）に準拠した。更にIEC61131-3第2版にも対応している。これにより機種に依存しないプログラミングが可能になる。

2.2 ネットワーク

オープンネットワークとして，上位監視装置との接続にはEthernetを，PLC間の接続にはFL-net（OPCN-2）を採用した。下位フィールドバスには当社オリジナルのIOリンクII伝送路を採用



したので、既存システムのリニューアルにも対応できる。

2.3 新二重化システム

VC5000は、CPUモジュールに高速通信を用いた二重化機能を実装した。このため2台のCPUと専用ケーブルさえあれば、二重化専用モジュールが無くても二重化を構築できる。そのため単独ベース上に二重化することも、別ベース上で二重化することもできる（第1図、第2図）。

更に大規模システムに適用できるように最大4台のマルチCPU構成が可能であり、この4台のマルチCPU構成でも単独ベース二重化と別ベース二重化構成が実現可能である（第3図、第4図）。

この柔軟性により用途に応じた二重化システムの構築ができ、高い信頼性のシステムが提供できる。

また各モジュールの活線挿抜が可能であるため、システム全体を停止せずに故障部位だけの交換や、追加モジュールの増設が行える。

2.4 高速制御

VC5000は、すべてのユーザプログラム命令（論理演算・数値演算・浮動小数点演算など）を新たに開発した専用プロセッサ（JIS B 3503言語用演算プロセッサ）で処理し、管理用マイコンの負荷軽減と演算処理の高速化を実現した。接点命令：

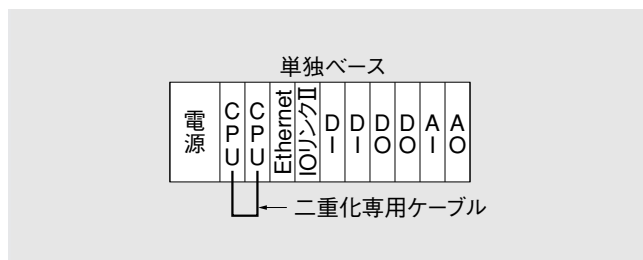
33ns、コイル命令：133nsという演算性能であり、当社の従来機UNISEQUE ADC5000に比べて各演算命令で比較して約2倍の高速化ができています。LD（ラダー）命令1kステップの通常の実行時間は0.2msであり、高速演算性能を実現している。

またシステムバスを新規開発し、ローカルI/Oのリフレッシュ時間も改善している。開発したシステムバスは、基本ベースと拡張ベースを専用ケーブルで接続する方法を採用した。これにより拡張専用モジュールを実装することなくローカルI/Oの拡張が行える。

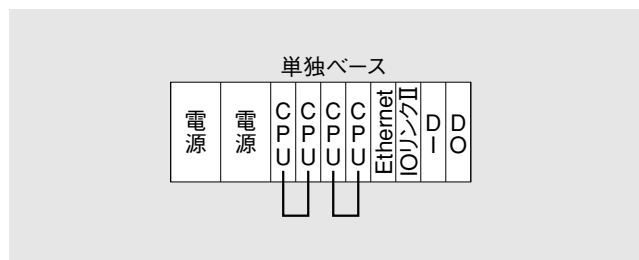
2.5 JIS B 3502準拠

近年、生産システムやプラントシステムのインテリジェント化が進み、PLC周辺機器にWeb端末や無線LANなどが接続されるようになってきている。EMC（電磁両立性）に関しては、制御盤内の電子機器が互いに電磁的な悪影響を及ぼすことなく動作できるように、イミュニティと電磁雑音（エミッション）の抑制を両立する必要がある。

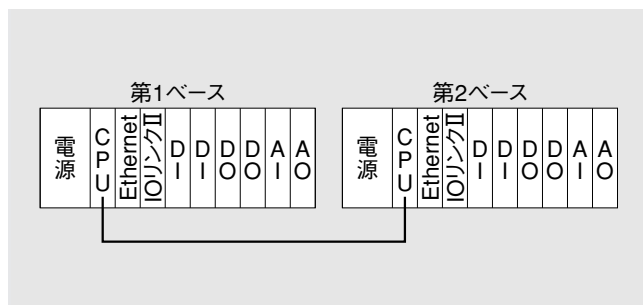
そこでVC5000では、ノイズ対策と試験を繰り返しながら改善を進めて、PLC外部のEMC部材が無くともPLC単体でハードウェア規格であるJIS B 3502に準拠させている。EMI（電磁波妨害・エミッション）やEMS（電磁感受性・イミュニティ）



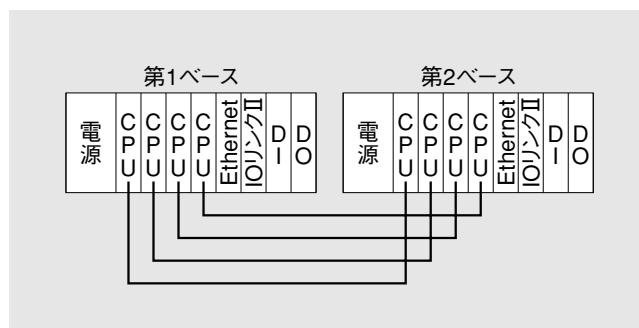
第1図 単独ベース二重化システム
1つのベースに2枚のCPUモジュールを実装して二重化を実現。1つのCPUモジュール故障時もシステムは稼働維持できる。



第3図 マルチCPU構成の単独ベース二重化システム
1つのベースで電源二重化、CPU二重化、マルチCPU構成を実現。マルチCPU構成は機能分散とメモリ容量不足に対応できる。



第2図 別ベース二重化システム
2つのベースでシステム二重化を実現。一方のベース側で故障が発生してもシステムは稼働維持できる。



第4図 マルチCPU構成の別ベース二重化システム
マルチCPUの二重化構成。最大4台のマルチCPU構成ができる。



などのEMCもPLC単体で準拠できたため、ノイズに強くノイズを出さないだけでなくノイズ対策部品が不要となりコンパクトな盤を実現できる製品となった。

2.6 リニューアル対応

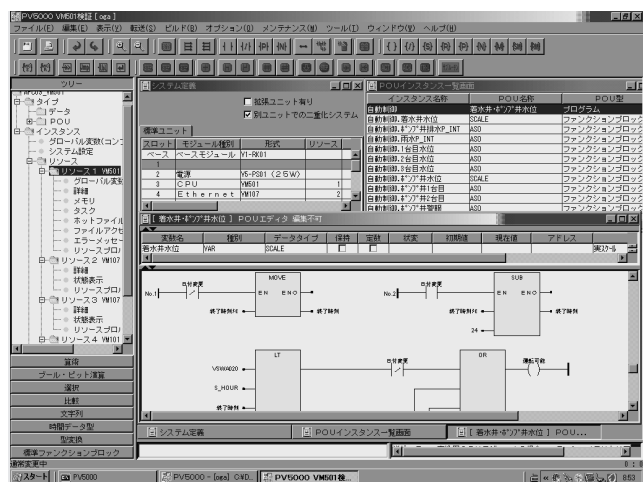
産業用の生産設備の更新サイクルは非常に長く、PLCも同等もしくはそれ以上の供給寿命が求められている。その反面、PLCで使用している半導体デバイスの供給寿命は10年程度であり、同じ製品を長期間供給することが困難となっている。

このことを考慮して、JIS B 3503言語に準拠するだけでなく、一部当社オリジナルの専用命令を追加した。当社従来機種種のTACSYS・UNISEQUE RC100・UNISEQUE ADC4000・UNISEQUE ADC5000で記述したプログラム（明電舎オリジナル言語）をVC5000のプログラム（JIS B 3503言語）に変換するツールを用意し、リニューアル時に言語レベルのソフトウェアの書き直しを不要にしている。

更にユニットサイズを小形化したので従来スペースに実装でき、寸法的にも従来機のリニューアルが容易にできる。

2.7 PADT (Programming And Debugging Tool)

JIS B 3503 に準拠したプログラミング言語でプログラム作成・試験・保守を行えるPADTを開発した。このPADTはUNISEQUE PV5000（以下、PV5000）と称し、PLCとの伝送をEthernetで行っている。このPV5000の画面構成例を第5図に示しており、次のような特長がある。



第5図 PV5000の画面構成例
ツリービューを配置したPV5000の画面構成例を示す。

2.7.1 XMLファイルのプログラム相互参照

PV5000で作成したプログラムをXML (eXchange Makeup Language) ファイルに変換して出力する機能（エクスポート機能）とPLCopenのXMLスキーマ準拠で作成したXMLファイルを取り込む機能（インポート機能）に対応した。

2.7.2 ツリービューの階層表示

表示部の画面左側は、プロジェクトやコンフィグレーションの階層構造を示すツリービューとした。これにより使用中の構成要素を容易に認識できる。

2.7.3 ドラッグ&ドロップなどで操作性向上

コピー処理はドラッグ&ドロップ操作に対応しており、操作性を向上した。

2.7.4 複数ユーザ編集時の排他制御

同じプロジェクトを同時に複数のPV5000で参照・編集できる。同時に編集を行うと各自が想定していない状態となるので、いずれかのユーザがプログラムを編集中に、他のユーザがそのプログラムを編集できないように編集権限の排他制御に対応した。編集権限は任意のユーザが取得でき、編集権限の取得は先着順とした。

編集権限を取得することを編集許可（チェックアウト）と呼び、取得後は他のユーザは編集不可となる。編集が完了し、編集権限を放棄することを登録（チェックイン）と呼び、他のユーザに編集対象が更新されたことを通知する。

3. 外観・仕様

EMCに対しては、金属板などによる遮へいではなくプリント板で対策を施し規格に適合させている。第6図にUNISEQUE VC5000の外観を示す。



第6図 UNISEQUE VC5000外観
UNISEQUE VC5000の外観を示す。



第1表 一般仕様

UNISEQUE VC5000の一般仕様を示す。JIS B 3502の電磁両立性(EMC)にPLC単体で適合している。

項目	仕様
環境条件	
動作周囲温度	0~55°C (装置直下) 24時間の平均温度50°C以下
相対湿度	5~95% (結露しないこと、運転時、保存時)
使用雰囲気	腐食性ガスの無いこと
高度	標高2000m以下
汚染度	汚染度2以下
高温及び低温	高温: +70±2°C, 低温: -40±3°C 放置時間: 16±1h
温湿度サイクル	25~55°C, 95%
EMCイミュニティゾーン	ゾーンB (ゾーンAを含む)
機械的稼働条件	
耐振動	5≦f<9Hz 片振幅: 3.5mm 9≦f≦150Hz 定加速度: 9.8 m/s ² 掃引, 1オクターブ/min (±10%) 相互に直交する3軸方向の各軸について10掃引サイクル
耐衝撃	ピーク加速度: 147m/s ² 作用時間: 11ms 相互に直交する3軸方向について3回 (合計18回)
電磁両立性(EMC)	
静電気放電	±6kV (接触), ±8kV (気中)
無線周波電磁界 振幅変調	1.4~2.0GHz 800~960MHz 80~1000MHz 10V/m 80% AM, 1kHz 正弦波
電源周波数磁界	60Hz: 30A/m, 50Hz: 30A/m
ファーストトランジェント・ バーストノイズ	主電源AC/DC : 2kV データ通信 : 1kV AC/I/O : 2kV 機能接地 : 1kV I/O電源AC : 1kV
サージノイズ	主電源AC : 2kVCM, 1kVDM データ通信(シールドケーブル) : 1kVCM AC/I/O : 2kVCM, 1kVCM 機能接地 : なし I/O電源AC : 2kVCM/1kVDM
無線周波数 伝導妨害	主電源AC : 3V データ通信 : 3V AC/I/O : 3V 機能設置 : 3V I/O電源AC : 3V
放射エミッション (筐体)	10m法で測定 30~230MHz : 40dB (μV/m) 準せん頭値 230~1000MHz : 47dB (μV/m) 準せん頭値
伝導エミッション (AC電源)	0.15~0.5MHz : 79dB (μV/m) 準せん頭値 66dB (μV/m) 平均 0.5~30MHz : 73dB (μV/m) 準せん頭値 60dB (μV/m) 平均
設置条件	
設置場所	制御盤内 開放形装置 D種接地工事を施した制御盤内に設置
接地	保護接地: D種接地 機能接地: D種接地
構造	IP20 (JEM1030に準拠), ビルディングブロック, 壁取り付け形
冷却方式	自然空冷
外形寸法	W486×H130×D120mm (12スロットベース, 突起部を除く)

第2表 機能・性能仕様

UNISEQUE VC5000の機能・性能を示す。

項目	仕様
実行制御方式	ストアードプログラム・マルチタスク制御
CPU	演算用ASIC, 32ビットマイクロプロセッサ
入出力の接続方式	ローカルI/O入出力方式, リモートI/O入出力方式
ローカルI/O 同期方式	I/O専用のシステムバスで自動リフレッシュ (CPU1枚, DI5枚, DO5枚: リフレッシュ時間1.2ms) 入力データは各リソースで共用 出力データは1リソースからのみ出力可能
リソース同期方式	リソースドライバはタスクと同期 リソース間のデータ交換はコモングローバルメモリ方式 と個別コマンド方式
ベース構成	基本ベース: 12スロット実装 拡張ベース: 12スロット実装
ローカルI/O 実装枚数	基本ベース: 9枚, 拡張ベース: 11枚 拡張接続数: 最大1 (ローカルI/O最大20枚実装可能)
CPU二重化方式	単独ベースでの二重化と別ベースでの二重化
リソース数	最大8 (但し, CPUモジュールは最大4)
タスク制御機能	
タスク	タスク数: 最大8 タスク番号順に優先順位が決定 (タスク#1が最優先)
起動タイミング	イニシャル: 電源投入やSTOP→RUNで起動 エラー: 軽故障の発生/復帰で起動 データ状態: 設定した変数の状態で起動 インターバル起動 (1ms~10sで1ms単位で設定: 但し, 1ms単位は3タスクまでで残りは10ms単位)
プログラミング言語	IL・ST・LD・FBD・SFC (すべてJIS準拠)
命令実行時間	ラダー接点命令 33ns
実行時間	0.2ms (LD言語演算1kステップ実行時, 参考値)
プログラムメモリ 容量	512kステップ, 1命令の長さは可変長 停電保持不要→フラッシュメモリに保持
データメモリ (停電保持)	入力メモリ (I): 512W (ローカル入力モジュール用) 出力メモリ (Q): 512W (ローカル出力モジュール用) 標準メモリ (M1): 29kW システムメモリ (M1): 2kW 拡張メモリ (M2): デフォルト160kW インスタンスメモリ (M3): デフォルト128kW スタック, 演算ASIC用OSエリア: 64kW 全体で512kW
最大入出力点数	最大1kW×7スキャナ
電池によるバック アップ	データメモリ, カレンダー 累積バックアップ時間: 1000時間 (25°C), 寿命5年 (25°C)
外部記憶フラッシュ によるバックアップ	圧縮プロジェクトファイル
基本データ形	BOOL・BYTE・SINT・USINT・INT・UINT・DINT・ UDINT・WORD・DWORD・REAL・TIME・DATE・ TOD・DT・STRING (シフトJIS)・POINTER
派生データ形	配列, 構造体, 配列の配列, 構造体の配列, 構造体の 構造体, 配列の構造体 (列挙データ, 範囲データ)
構造体の要素数	最大256 (サイズは配列の要素数と合わせて4kB)
配列の要素数	最大1024 (サイズは構造体の要素数と合わせて4kB)
インスタンス数	最大512/リソース
登録POU数	最大2048/リソース (ユーザ定義FBとユーザ定義 ファンクション, ユーザ定義プログラムの合計)
POU単位サイズ	最大2kステップ
当社オリジナルFB	DFC・機器・DDC・伝送用DB
デバッグ機能	ロック・タスクトレース・データトレース
診断機能	演算渋滞/リソースモジュール処理渋滞検出, 電池電圧低下検出, メモリチェックほか
二重化機能	プログラムメモリ, データメモリ初期等価 データメモリ通常等価 (等価方式設定可能) HMIデータ等価 動作モード等価
セキュリティ機能	PADTでのパスワード設定によりプロテクト機能
カレンダー機能	年月日時分秒ms
RAS機能	LED, 数字表示器により動作状態の確認 トグルスイッチにて, STOP/RUN動作切り替え マスター切り替えスイッチ実装 PV5000でメンテナンス情報取得

サイズはW486×H130×D120mm（突起物除く）と小形化を実現した。

ここまでVC5000の新技术・新機能を紹介してきたが、**第1表**に一般仕様、**第2表**に機能・性能仕様を示す。

4. む す び

JIS規格適合プログラマブルコントローラ UNISEQUE VC5000に新たに組み込んだ技術について紹介した。特に二重化制御の強化やEMC対策など、高い信頼性を実現できること。保守やリニューアルを考慮した開発を行っていることが特長である。標準化、オープン化の進度に応じて、お客様のニーズを製品に反映させながら、今後も、より付加価値の高い製品開発に取り組んでいく所存である。

《参考文献》

- (1) 横山・鬼塚・有川：「充実のプログラミング機能 新ローカル制御装置 UNISEQUE ADC5000」, 明電時報280号, 2001/No.5, pp.63~66
- (2) 「JIS規格適合プロセスコントローラ」, 明電時報318号, 2008/No.1, p.23
- (3) 「プログラマブルコントローラ-装置への要求事項及び試験 JIS B 3502:2004」, 日本規格協会

《執筆者紹介》



杉本昌弘 Masahiro Sugimoto

プログラマブルコントローラの開発業務に従事